

Estudo Comparativo dos Efeitos da Utilização de Mercúrio por Dentistas

*Prof. do NESC e da Faculdade de Medicina da UFRJ

**Prof. Adjunto da UFRJ e da PUC/RJ

***Prof. da Faculdade de Odontologia da UFRJ

****Médico do NESC/UFRJ

*****Programador do NESC/UFRJ

Volney de M. Câmara*

Reinaldo C. Campos**

Paulo Frankel***

Maurício A. Perez****

Marcos P. Falcão*****

Foi realizado um estudo comparativo dos efeitos do mercúrio entre dentistas e médicos que trabalham na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos mostraram que os dentistas apresentavam um número estatisticamente maior de morbidade referida por rins e aparelho digestivo e sinais e sintomas de alterações de sistema nervoso. Outrossim, não houve diferenças significativas entre os dois grupos em relação aos teores de mercúrio no cabelo, o que pode ser explicado por alterações recentes no processo de trabalho dos dentistas.



INTRODUÇÃO

O mercúrio é um metal agressivo ao homem e à natureza. No homem pode, por diferentes vias, penetrar no organismo e, após uma vida média de aproximadamente 72 dias (1) no sangue, depositar-se nos tecidos e causar lesões graves, principalmente a nível de rins, fígado, sistema nervoso e aparelho digestivo. Este efeito tóxico do mercúrio ocorre devido a sua capacidade de ligação a grupos sulfidrila e enzimas, alterando suas características físico-químicas e biológicas.

A exposição do homem ao mercúrio pode ocorrer por acidentes no meio ambiente ou por exposição ocupacional. Acidentes envolvendo a ingestão de alimentos contaminados por mercúrio, como os de Minamata (2), Niigata (3) e outros (4), (5), (6) forneceram material para o estudo dos efeitos da contaminação aguda, embora exposições ocupacionais sejam, há longo tempo, conhecidas (6). Recentemente, a utilização intensiva do mercúrio no garimpo de ouro na Amazônia vem causando problemas tanto de exposição, aos que diretamente lidam com metal, como para as populações ribeirinhas, que no peixe têm sua principal fonte de proteínas (7), (8), (9).

Entre os grupos expostos ocupacionalmente ao mercúrio no Brasil, além dos garimpeiros e trabalhadores da indústria, estão os dentistas (10), (11), pelo uso ainda freqüente da amálgama nas obturações dentárias. Neste caso, o risco maior é de inalação do vapor de mercúrio, processo esse favorecido pelo ambiente usual de trabalho destes profissionais, pouco ventilado e próximo ao local de preparação da amálgama, ausência de coifas e um certo relaxamento natural na observância das normas de manipulação do mercúrio, dada a freqüência do uso, e devido ao fato de sintomas de contaminação não aparecerem imediatamente.

O mercúrio está entre os elementos cuja exposição melhor pode ser adequadamente monitorada pela análise do cabelo (1), (12). A partir desta análise, foi possível estimar a meia vida média do metil-mercúrio no homem (1), relações dose-resposta (12), e relações entre a concentração do metal no cabelo e o aparelho de sintomas típicos de contaminação (29).

De acordo com Valkovic (13), o cabelo seria um filamento onde estariam gravadas as variações nutricionais ou acumulações tóxicas de elementos-traço no corpo humano. O cabelo incorpora esses elementos na sua estrutura durante seu crescimento, após o qual torna-se separado do processo metabólico do corpo (14). A idéia de que o conhecimento do conteúdo destes elementos no cabelo poderia retratar a situação de cada indivíduo atraiu, inicialmente, um grande número de pesquisadores. Isto porque o cabelo é um material estável, removível sem dor, facilmente coletado, transportado e estocado, além de apresentar concentrações de elementos tóxicos de pelo menos uma ordem de grandeza maior do que em outros tecidos e fluidos do corpo (15), o que facilita a análise química. Outra vantagem é a grande quantidade de elementos que é encontrada no cabelo, cerca de 40 deles (15).

Apesar dessas vantagens, o uso do cabelo como tecido indicador sofre oposição, tanto pela dificuldade de diferenciar deposições endógenas das exógenas, como relativamente à sua capacidade de refletir relações dose-resposta. Cornelis (17) conclui não ser possível relacionar uma dada amostra de cabelo com um dado indivíduo, e Schroeder et al (18) sugerem ser duvidoso que as concentrações de vários metais-traço em cabelo reflitam as quantidades estocadas no organismo. Hoje já existem várias evidências de que variações no conteúdo de metais-traço no corpo humano, causadas por estados patológicos, nem sempre são acompanhadas por variações proporcionais destes elementos no cabelo do indivíduo ou das populações em questão (19), (20), (21). Entre os fatores que impedem a correlação imediata entre os teores de elementos-traço no cabelo

e nos outros tecidos estão a origem do elemento no cabelo, endógena ou exógena (que nem sempre pode ser diferenciada pela lavagem do cabelo) (22), (23), a duração do ciclo de formação do cabelo (que varia de indivíduo para indivíduo) (23), e a variação da concentração dos elementos-traço ao longo de um mesmo fio ou em relação à posição no escalpo (24), (25), (26), (27), (28).

Não obstante essas dificuldades, o cabelo é um indicador útil no caso de exposição a metais pesados, especialmente em bases populacionais (16). Vários autores relatam diferenças significativas, entre populações expostas e não-expostas, no conteúdo do cabelo de metais como Mn (29), Pb (30), (31), (32), Cd (32), (33) e As (32), (33), (34). E, mesmo no caso de patologias, como esclerose múltipla (35), dislexia (36) e outras (37), (38), diferenças significativas são relatadas.

Neste trabalho foi realizado um estudo comparativo dos efeitos da utilização do mercúrio por dentista. Os resultados foram comparados com outro grupo de profissionais da área de saúde, pareado por sexo, idade e tempo de profissão e sem relato de exposição ao mercúrio. Foram destacados para análise os dados de morbidade (devido aos efeitos tóxicos já citados do mercúrio) e a determinação dos teores de mercúrio no cabelo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo comparativo com objetivo de verificar os efeitos da utilização de mercúrio em sua forma metálica, em dentistas que foram pareados por sexo, idade e tempo de profissão com outro grupo de profissionais da área de saúde. As variáveis "idade" e "tempo de profissão" foram pareadas utilizando-se o critério de até mais ou menos dois anos de diferença.

O primeiro grupo (grupo estudo) foi constituído por dentistas da Faculdade de Odontologia da UFRJ, incluindo aí dentistas e docentes desta Faculdade. O segundo grupo (grupo controle) foi constituído por médicos do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho e docentes da Faculdade de Medicina, ambos da UFRJ.

A coleta de dados ocorreu de abril a novembro de 1988 na sede da Faculdade de Odontologia e do Hospital Universitário. Participaram da amostra 134 pessoas, sendo 67 de cada grupo.

A cada participante da pesquisa, foi aplicado um questionário com as seguintes informações:

- Dados de identificação
- História ocupacional
- Dados de morbidade, principalmente as relacionadas com sistema nervoso, rins, fígado e pele
- Informações sobre exposição ao mercúrio

Foi também realizada uma coleta de amostras de cabelo, para determinação dos teores de mercúrio.

Embora o questionário tenha sido planejado para ser auto-aplicado, um estudante fazia as perguntas e realizava a coleta das amostras de cabelo.

As amostras de cabelo foram obtidas através da mesma metodologia utilizada em outros estudos dos mesmos autores (39), seguindo as recomendações da *International Atomic Energy Agency* (40), (41), (42). Para os dois grupos os procedimentos adotados foram os seguintes:

- O corte do cabelo foi o mais próximo possível do escalpo, utilizando as terminações próximas e eliminando as distais;
- O corte de cabelo incluiu não menos de 100 fios de cabelo, tendo no mínimo 10 fios do mesmo local da cabeça.
- As amostras foram estocadas em envelopes de papel, sendo identificadas através de um número.

O método utilizado para a determinação dos teores de mercúrio em cabelo foi o da absorção atômica, técnica de vapor frio (43).

Para avaliação estatística, foram utilizados os testes de McNemar e de associação com qui-quadrado (44). Para a apresentação das tabelas, optou-se pela utilização do qui-quadrado, porque não houve diferenças nos resultados obtidos entre os dois tipos de testes e, também, porque, se fosse feita a opção pelo teste de McNemar, as tabelas teriam de ser apresentadas segundo os pares, concordantes ou não, o que dificultaria uma melhor compreensão por parte das pessoas não acostumadas a este tipo de apresentação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Decisão dos grupos

As distribuições por "sexo" e "faixa etária" para cada grupo estão apresentadas na tabela I. Para cada um dos grupos havia 37 homens e 30 mulheres. A distribuição por faixa de "idade", como era de ser esperado, não apresentou números exatamente iguais, devido ao critério de pareamento, porém a média aritmética foi semelhante, sendo 32 anos no grupo "estudo" e 33 anos no grupo "controle".

TABELA I

Perfil Populacional dos Grupos Segundo Idade e Sexo
Rio de Janeiro, 1988

Idade Em Anos	Grupo Estudo			Grupo Controle		
	Masc	Fem	Total	Masc	Fem	Total
20 A 29	14	22	36	14	23	37
30 A 39	14	8	22	16	7	23
40 A 49	2	-	2	2	-	2
50 ou +	7	-	7	5	-	5
TOTAL	37	30	67	37	30	67

Grupo Estudo \bar{x} : 32 \pm 11 (\bar{x} \pm s)

Grupo Controle \bar{x} : 33 \pm 11 (\bar{x} \pm s)

A carga horária média de trabalho por dia foi de 8,6 horas para os dentistas e 7,4 para os médicos. Foi calculado um número aproximado de meses em que a pessoa já tinha sido exposta ao mercúrio durante sua vida ocupacional. Nos dentistas, a média aritmética foi de 84,9 com um desvio padrão de 93,5 meses. No grupo de médicos, como já era esperado, não houve relato de exposição ao mercúrio, nem ocupacional, nem por poluição ambiental.

b) Morbidade

A tabela II e o gráfico I mostram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos em relação à morbidade referida por sistema nervoso, fígado e pele. Todavia, ocorreu um número significativamente maior de pessoas no grupo dos dentistas que relataram queixas relacionadas aos rins ($p < 0,05$) e aparelho digestivo ($p < 0,01$). As queixas de problemas renais são encontradas na literatura, devido às lesões causadas pelo mercúrio, principalmente nos túbulos e glomérulos renais.

Perturbações no aparelho digestivo como por exemplo, salivação excessiva, anorexia, desconforto epigástrico, vômitos, constipação intestinal, estomate, faringite, gastrite e gastroduodenite, podem ser relacionadas à exposição ao mercúrio. Não foi encontrado nenhum outro fator, além da exposição ao mercúrio, que pudesse explicar esta diferença. Entre os dois grupos não houve diferença em relação ao hábito de fumar e ao etilismo, que poderiam estar relacionados com a frequência destes e de outros resultados: oito pessoas, em cada grupo, fumavam e 12 dentistas costumavam ingerir bebidas alcoólicas, contra 17 médicos.

TABELA II

Tipos Referidos de Morbidades por Grupos Estudados
Rio de Janeiro, 1988

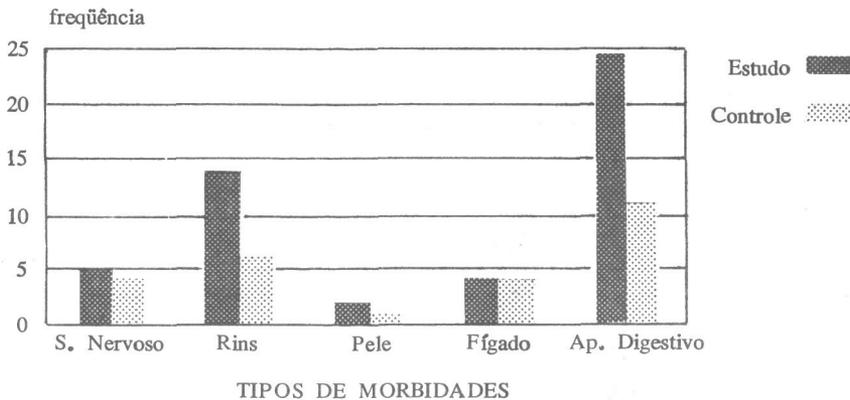
Tipos de Morbidade	Grupo Estudo		Grupo Controle	
	Sim	Não	Sim	Não
Sistema Nervoso	5	62	4	63
Rins	14	53	6	61
Pele	2	65	1	66
Fígado (Icterfcia)	4	63	4	69
Ap. Digestivo	24	43	11	56
Total	49	286	26	315

Rins $\bar{x} = 3,76$ ($p < 0,05$)

Aparelho Digestivo $\bar{x} = 6,54$ ($p < 0,01$)

GRÁFICO I

Tipos Referidos e Morbidades por Grupos Estudados – RJ – 1988



Foram analisadas, também, algumas queixas específicas de lesões cerebelares, neurológicas e alterações psíquicas, que poderiam também estar associadas com a exposição ao mercúrio (tabela III e gráfico II). Não

PESQUISA

houve diferença significativa para as variáveis “tremor nas mãos”, “tremor de pernas”, “insônia” e “alteração da marcha”. As diferenças estatisticamente significantes foram em relação às queixas de “nervosismo” ($p < 0,02$), “irritabilidade” ($p < 0,002$) e “parestesia” ($p < 0,001$), que foram maiores no grupo estudo.

TABELA III

Sintomas Psíquicos e Neurológicos Segundo os Grupos Estudados Rio de Janeiro, 1988

Sintomas	Grupo de Estudo		Grupo de Controle	
	Sim	Não	Sim	Não
Tremor de mãos	6 (9%)	61 (91%)	2 (3%)	65 (97%)
Tremor de Pernas	2 (3%)	65 (97%)	1 (1,5%)	66 (98,5%)
Nervosismo	17 (25,8%)	49 (74,2%)	7 (10,5%)	60 (89,5%)
Irritabilidade	24 (35,8%)	43 (64,2%)	9 (13,4%)	58 (86,6%)
Insônia	9 (13,4%)	58 (86,6%)	4 (6%)	63 (94%)
Alt. Marcha	2 (3%)	65 (97%)	-	67 (100%)
Parestesia	10 (14,9%)	57 (85,1%)	-	67 (100%)

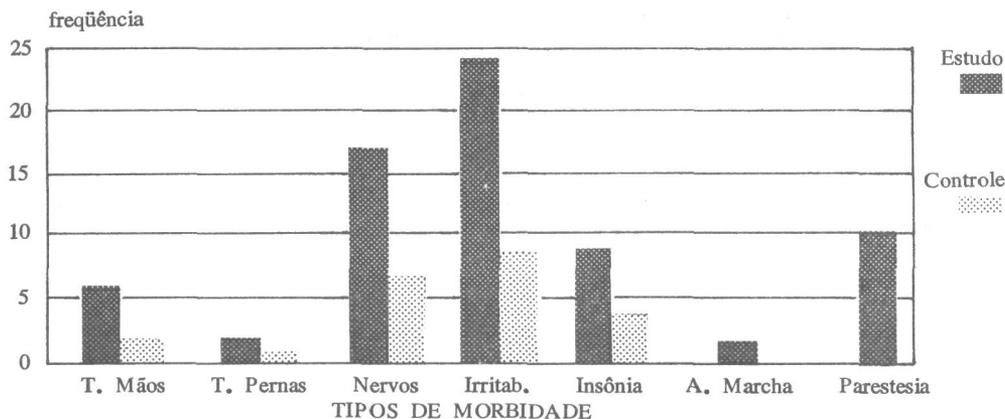
Nervosismo $\chi^2 = 5,27$ ($p < 0,02$)

Irritabilidade $\chi^2 = 9,05$ ($p < 0,002$)

Parestesia $\chi^2 = 10,81$ ($p < 0,001$)

GRÁFICO II

Sintomas Psíqu. e Neurológicos Segundo Grupos Estudados – RJ – 1988



c) Teores de Mercúrio no Cabelo

A média aritmética, assim como a mediana e amplitude, foram maiores no grupo de dentista (tabela IV), em comparação com o grupo de outros profissionais da área de saúde. Todavia, esta diferença não foi estatisticamente significativa, nem na análise da comparação entre as médias e nem no teste de McNemar.

TABELA IV

Média Aritmética, Desvio Padrão, Mediana e Amplitude do Teor de Mercúrio no Cabelo por Grupo Estudado Rio de Janeiro, 1988

Estatísticas	Grupo Estudo	Grupo Controle	Total
Média Aritmética	1,76	1,44	1,6
Desvio Padrão	2,11	1,45	1,81
Mediana	1,24	1,03	1,13
Amplitude	0-13,3	0-8,24	0-13,3
Total de Amostras	67	67	134

Os resultados apresentam teores semelhantes e até mais baixos, quando comparados com as médias aritméticas e amplitudes obtidas em outros estudos realizados no Brasil como, por exemplo, as médias de 1,60 ppm em lavradores expostos anteriormente ao mercúrio em Campos - RJ (39), 2,2 ppm em população não-exposta em Salvador - BA (45) e 5,18 ppm em garimpeiros expostos ao mercúrio do garimpo de Cumarú - PA (7).

Não existe um limite claro de normalidade em relação aos teores de mercúrio no cabelo, uma vez que ocorrem variações em relação ao ambiente, a particularidades individuais e aos tipos de coleta (41). Mesmo assim, pode-se observar que a média e a amplitude obtidas nesta amostra são relativamente baixas, e não parecem indicar exposição ao mercúrio.

A tabela 5 mostra a distribuição dos resultados de acordo com três categorias que abrangem teores até 1 ppm, teores entre mais de 1 ppm até 3 ppm e valores acima de 3 ppm.

A análise da tabela V revela que alguns resultados se destacam, mais precisamente os que compõem a categoria acima de 3 ppm, e que podem ser considerados altos em relação aos demais. A maioria dos valores em dentistas estava entre 1 a 3 ppm (46%), seguidos dos de menos de 1 ppm (39%) e aqueles acima

de 3 ppm (15%). Nos médicos, a distribuição mostra que 48% eram de pessoas com menos de 1 ppm, 40% entre 1 a 3 ppm e 12% dos acima de 3 ppm.

TABELA V

Distribuição do Teor de Mercúrio no Cabelo em Partes por Milhão (PPM), Segundo os Grupos Estudados Rio de Janeiro, 1988

Teor de Mercúrio No Cabelo	Grupo De Estudo	(%)	Grupo De Controle	(%)	Total	(%)
Menos de 1 PPM	26	39%	32	48%	58	43
1 A 3 PPM	31	46%	27	40%	58	43
Acima de 3 PPM	10	15%	8	12%	18	14
Total	67	100%	67	100%	134	100%

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos e, por isso, foi realizado um estudo de caso das pessoas com teores de mercúrio no cabelo acima de 3 ppm. Foram analisados 18 questionários, sendo dez do grupo estudo e oito do grupo controle.

A distribuição segundo sexo, idade e teor de mercúrio no cabelo foi a seguinte:

a) Grupo Estudo:

Masc - 34 anos = 13,3 ppm,
 Fem - 21 anos = 9,26 ppm,
 Masc - 34 anos = 6,38 ppm,
 Masc - 36 anos = 5,45 ppm,
 Masc - 37 anos = 4,11 ppm,
 Masc - 33 anos = 3,66 ppm,
 Fem - 34 anos = 3,57 ppm,
 Masc - 47 anos = 3,35 ppm,
 Masc - 28 anos = 3,21 ppm,
 Fem - 25 anos = 3,18 ppm.

b) Grupo Controle:

Masc - 33 anos = 8,24 ppm,
 Fem - 25 anos = 5,26 ppm,
 Masc - 31 anos = 5,10 ppm,
 Masc - 37 anos = 4,60 ppm,

Fem — 27 anos = 3,73 ppm,
 Fem — 34 anos = 3,42 ppm,
 Fem — 24 anos = 3,42 ppm,
 Masc — 24 anos = 3,03 ppm.

No grupo estudo, cinco pessoas relataram sofrerem problemas de rins, três queixas de irritabilidade, três queixas de nervosismo, três apresentaram tremores de mãos, pernas ou face e dois problemas de aparelho digestivo.

No grupo controle, apenas uma pessoa relatou problema de rins e outros nove não referiram queixas.

Foi também realizada uma comparação entre os dentistas com mais de 3 ppm e os demais dentistas com teores abaixo deste nível (tabela VI). Embora a amostra seja pequena, o que dificulta a análise dos dados, observa-se que existe uma percentagem maior de problemas de rins (50% contra 15,7%), tremores de mãos, pernas ou face (30% contra 8,7%), e irritabilidade (30% contra 24,5%) nos dentistas com teores de mercúrio no cabelo mais elevados. Para os outros dentistas, ocorreu uma maior proporção de nervosismo (35,1% contra 30%) e problema de aparelho digestivo (38,5% contra 20%). Nesta tabela, cada dentista podia referir mais de um tipo de morbidade.

TABELA VI

Distribuição dos Dentistas Segundo Níveis de Teores de Mercúrio no Cabelo por Morbidade Referida Rio de Janeiro, 1988

	Até 3 PPM de Mercúrio No Cabelo	(%)	Acima de 3 PPM de Mercúrio No Cabelo	(%)
Problemas de Rins	9	15,7%	5	50%
Queixa Irritabil.	14	24,5%	3	30%
Queixa Nervosismo	20	35,1%	3	30%
Problema Aparelho Digestivo	22	38,5%	2	20%
Tremores de Mãos, Pernas ou face	5	8,7%	3	30%
	n=57		n=10	

Evidentemente, com base nesta amostra, não se pode afirmar que existam diferenças significativas entre os dois grupos, em nenhuma das análises feitas dos resultados dos teores de mercúrio no cabelo. Tendo

em vista que ocorreram diferenças significativas em relação ao quadro de morbidade, uma das explicações plausíveis para estes resultados pode ser o fato da análise do mercúrio no cabelo estar refletindo somente a exposição em períodos recentes. Foi analisada a parte proximal do cabelo e, por isso, os resultados dependem da concentração de Hg no sangue nos últimos seis meses, ao passo que o quadro de morbidade, pelo fato do mercúrio ser acumulativo no organismo, pode estar relacionado a exposições mais anteriores.

Nos últimos anos, as amálgamas para obturações passaram a ser feitas através de um equipamento que diminui a exposição do dentista ao mercúrio. Além disso, os dentistas da Faculdade de Odontologia, pelo menos nas atividades assistenciais da Faculdade, recebem as amálgamas preparadas por pessoal de apoio. Estes fatos poderiam ter diminuído a exposição a este material.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos nesta amostra de dentistas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pode-se concluir que:

- Estes dentistas apresentam um quadro de morbidade diferente dos médicos da UFRJ. Ocorreu um número estatisticamente maior de morbidade referida por rins e aparelho digestivo e de sinais e sintomas de nervosismo, irritabilidade e parestesia.
- os dentistas e os médicos da UFRJ apresentam teores semelhantes de mercúrio no cabelo, fato este que pode ser explicado por alterações recentes no processo de trabalho dos dentistas, que diminuiu a exposição ao mercúrio.
- É necessário um estudo clínico e laboratorial do pessoal de apoio que prepara as amálgamas para os dentistas na UFRJ.



A comparative study of morbidity and mercury levels in scalp hair between Dentists and Physicians was performed. The results showed significant higher number of cases of renal and digestive health problems and signs and symptoms related to the nervous system among the Dentists, what can be associated to mercury exposition. No statistical differences in mercury levels in scalp hair was found, possibly due to recent improvemensts in the working processes of Dentists.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos das disciplinas de Medicina Preventiva do Departamento de Medicina Preventiva, pelo auxílio na coleta de dados e, em especial, às monitoras Rosemary de Figueiredo e Carla Alexandra Wasser Barbosa.

Estes agradecimentos são estendidos, também, aos dentistas e médicos da Faculdade de Odontologia e do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - AL-SHAHRISTANI, H., SHILDS, K. M. - Variation of biological half-life of methylmercury in man. *Archives of Environmental Health*, 28 (1974) 342-344.
- 2 - MASAZUMI, M. - Poluição Ambiental por mercúrio no mundo. *Kogai Kenkyu*, 11, nº 4, (1982).
- 3 - IRUKAYAMA, K. - The pollution of Minamata Bay and Minamata disease. *Advances in Water Pollution Research* 3 1966 153 in Lu, F. C. Berteau, P. E. e Clegg, D. S. in *Mercury Contamination in Man and his Environment*, IAEA, *Technical Report* nº 137, 1972, 67 - 85.
- 4 - SANDI, E. - Poisoning by dressed maize seeds in Akatsi, Ghana, in May, 1967. Personal communication (1970) in Lu, F. C., Berteau, P. E. e Clegg, D. J., in *Mercury Contamination in Man and his Environment*, IAEA, *Technical Report* nº 137, 1972, 67 - 85.
- 5 - ALMKVIST, J. - Some notes on the history of mercury intoxication, *Acta med scand*, 7: (1929) 478.
- 6 - KOSAKA, T e TAKIZAWA, Y. - Investigation into the cause of outbreak of organic mercury poisoning in a district along the Agano River. *Niigata med J* 8: (1967) 519.
- 7 - COUTO, R. C., CAMARA, V. M. e SABROZA, P. C. - Intoxicação Mercurial: Resultados preliminares em duas áreas garimpeiras - PA. *Cadernos de Saúde Pública*, RJ, 4, 301-315, 1988.
- 8 - SILVA, A. R. B., GUIMARÃES G. A., COSTA, M. Q., e SOUZA, T. M. D. - A Contaminação Mercurial nos Garimpos de Ouro da Amazônia. *Anais do 3º Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente*, V, 1 (1989) 436-455.
- 9 - MARTINELLI, L. A., FERREIRA J. R., FORSBERG, B. R., e VICTORIA, R. L. - Mercury Contamination in the Amazon: A gold rush consequence. *Ambio*, 17 (1988), 252-259.
- 10 - YANAKA, S. Exposure of Japanese dental workers to mercury *Bull Tokyo Dent. Coll* 1982, 23(1) 15 - 24 in *Chem Abst* vol. Jul - Dec 1982 27981.
- 11 - LEE, T. S. and SOHN, D. H. - "A Study on the content of total mercury in the head hair of dental personnel." *Yakhak Hoe Chi*, 1979, 23, 17 - 19.

- 12 - GIOVANOLI-JAKUBCZAK, T. e BERG, G. C. - Measurement of Mercury in Human Hair. *Arch Environmental Health* 28, 1974, 139 - 144.
- 13 - VALKOVIC, V. - *Trace Elements in Human Hair*, Gurlanoli STPM Press, New York and London, 1977.
- 14 - HOPPS, H. C. - The biologic bases for using hair and nail for analysis of trace elements. *The Science of Total Environment*, 7 (1977) 71 - 89.
- 15 - CHATT, A, SAJJAD, M, DE SILVA, K. N. E SECORD, C. A. - Human Scalp hair as an epidemiologic monitor of environmental exposure to elemental pollutants. Report prepared for the Last Research Co-ordination Meeting of the Co-ordinated Research Program on the "Nuclear Methods for Health-related Monitoring of Trace Elements Pollutants" IAEA, Netherlands, May, 1983.
- 16 - RYABUKHIN, Y. S. - International Coordinated Program on activation analysis of trace elements pollutants in human hair, in *Hair, trace Elements and Human Illness*, Ed. by A. C. Brown and Robert, G. Crouse. Praeger Publishers 1980, 364 pp.
- 17 - CORNELIS, R. - Neutron activation analysis of hair. Failure of a mission. *Journal of Radioanalytical Chemistry*, vol. 15 (1973) 305 - 316.
- 18 - SCHROEDER, H. A., e NASON, A. P. - Trace Metals in Human Hair. *The Journal of Investigate Dermatology*, 53, 1969, 71 - 78.
- 19 - TAYLOR, A. - *Ann Clin Biochem*, 23 (1986) 364.
- 20 - TAYLOR, A. (Editor) - Aluminium and the other Trace Elements in Renal Disease, Bailliere Tindall, London, 1986, part IV p. 337, in Fell, G. S., Trace Element Analysis of Human Hair is of Limited Usefulness. Trends in *Anal Chem*, 6, (1987) X - XI.
- 21 - SALMELA, S, VUORI, E. e KILPIO, J. O. - The effect of washing procedures on trace element content of human hair. *Analytica Chimica Acta*, 125 (1981) 131 - 137.
- 22 - FELL, G. S. - Trace Element Analysis of Human Hair is of Limited Usefulness. Trends in *Anal Chem*, 6, 1987, X - XI.
- 23 - BENCZE, K. - Die Problematik der Bestimmung Von Spurenelement in Menschlichen Haar. Fortschritte in der Atom-spektrometrischen Spurenanalytik, Band 1, 1984, 347 - 363.
- 24 - RYABUKKIN Y. S. - Activation Analysis of hair as an indicator of contamination of man by environmental trace element pollutants. International Atomic Energy Agency. *Report IAEA*, RI, 50. Vienna, 1978.
- 25 - TORIBA, T. Y., JACKSON, D. A., FRENCH, W. R., THOMPSON, A. C. EJAKLEVIC, J. M. - Non destructive X - Rayfluorescence spectrometry for determination of trace element along a single strand of hair. *Anal. Chem.* 1982, 54, 1844 - 1849.
- 26 - OBRUSNIK, I., GLADSON, J., MAES, D., MCMILLAN, D. K., D'AURICA, J. e PATE, B. D. - The variation of trace elements concentrations in single human head hairs, *Journal of Radioanalytical Chemistry* vol 15 (1973) 155 - 134.

- 27 - ALDER, J. F., SAMUEL, J. A. e WEST, T. S. - The anatomical and longitudinal variation of trace element concentration in human hair. *Analytica Chimica Acta*, 92 (1972) 217 - 221.
- 28 - ALDER, J. F., SAMUEL, J. A. e WEST, T. S. - The single element determination of trace metals in hair by carbon-furnace atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 87, (1976) 313 - 321.
- 29 - GRUND, W., SCHNEIDER, W. D., WIESENER, W. - Der Mangan-gehalt des Haares, ein Kriterium für die Bewertung des Expositions Risikos der Elektrosschweisser. *Journal of Radionalytical Chemistry*, 58, 1980, 319 - 326.
- 30 - CHATT, A., SECORD, A. C., TIENFENBACH, B. e JERVIS, R. - *Scalp Hair as monitor of community exposure to environmental pollutants. Hair, trace elements and human illness*. Ed. by A. C. Brown and R. G. Crouse. Praeger. 1980.
- 31 - PARKINSON, O. K. - Lead contamination around secondary smelters: estimation of dispersal and accumulation by humans. *Science*, 186 (1974) 1120 - 1123.
- 32 - JERVIS, R. E., TIEFENBACH, B. e CHATT A. - Scalp hair as a monitor of population exposed to environmental pollutants *Journal of Radionalytical Chemistry*, 37 (1977) 751 - 760.
- 33 - CORTES, E., CASSORLA, V., MUNOZ, L. GRAS, N. e KRISHNAN, S. - Monitoring environmental pollution of arsenic and mercury through neutron activation analysis of human hair. *Radiochemical Radioanalytical Letters* 50/3/177 - 184 (1981).
- 34 - RHONDA, M. F. e HENNIGAN, C. - A comparison of five toxic metals among rural and urban children. *Environmental Pollution (series A)* 29 (1982) 261 - 269.
- 35 - RYAN, D. E., HOLZBECHER, L. e STUART, D. G. - Trace elements in scalp hair of persons with multiple sclerosis and of normal individuals. *Clinical Chemistry* 24/11 (1978), 1996 - 2000.
- 36 - CAPEL, I. D., DINNOCK M. H., DORRELL, H. M., WILLIAMS, D. C., GRANT, C. G. - Comparison of concentrations of some trace, bulk, and toxic metals in the hair of normal and dyslexic children. *Clinical Chemistry* 27/6, 879 - 881 (1981).
- 37 - TOMZA, U. e MAENHAUT, W. - Trace elements in head hair of hemodialysis patients. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Letters 86/84/209 - 220 (1984).
- 38 - PIHL, R. O., DRAKE, H. e URANA, F. - *Hair analysis in learning and behavior problems. Hair Trace Elements, and Human Illness*. Ed. by A. C. Brown. R. G. Crouse. Praeger 1980, pp. 128 - 143.
- 39 - CAMARA V. de M., CAMPOS R. C., PEREZ M. A., TAMBELINI A. T. e KLEIN C.H. - Teores de Mercúrio no Cabelo: Um Estudo Comparativo em Trabalhadores de lavoura de Cana-de-Açúcar com Exposição Progressiva aos Fungicidas Organo-Mercuriais no Município de Campos - RJ, *Cadernos de Saúde Pública*, RJ, 2 (3): 359 - 372, jul - set, 1986.

- 40 - RYABUKKIN, Y. S. - Activation Analyses of Hair as an Indicator of Contamination Man by Environmental Trace Element Pollutants, Vienna, International Atomic Energy Agency, 1978 (*Report IAEA*, RI, 50).
- 41 - AL-SHAHRISTANI, H. AL-HADDAD, I. K. - Mercury content of hair from normal and poisoned persons. *Journal of Radioanalytical Chemistry*, vol. 15 (1973) 59 - 70.
- 42 - RYABUKKIN, Y. S. - International Coordinated Program In Activation Analyses of Trace Elements Pollutants in Human Hair. In: Brown, A. C. and CROUNSE, R. G. *Hair Trace Elements and Human Illness*, New York, Praiyer Publ., 1980.
- 43 - CAMPOS, R. C. - Investigação da Grande Exposição e Metais Pesados da População da Cidade do Rio de Janeiro, 1984 (mimeo).
- 44 - FLEISS, J. - *Statistics Methods for Rates and Proportions*, John Willey and Sons, New York, 1979.
- 45 - FERREIRO, M. de F. et alii - Avaliação do nível de mercúrio na população de alagados, *Ciência e Cultura*, 32 (1), 1980.